

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

27 861

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

F23B 20/00 (2006.01)
F23B 60/00 (2006.01)
F23B 99/00 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2014-30488**
(22) Přihlášeno: **19.12.2014**
(47) Zapsáno: **23.02.2015**

(73) Majitel:
Výzkumný ústav organických syntéz a.s., Rybitví,
CZ
RADANAL s.r.o., Pardubice, CZ
GEMOS CZ, spol. s r.o., Čelákovice, CZ
Vysoké učení technické v Brně, Brno, CZ

(72) Původce:
Ing. Bořivoj Pražský, Čelákovice, CZ
Ing. Michal Bartoš, Pardubice, CZ
doc. Ing. Aleš Horna, CSc., Pardubice, CZ
Ing. Martin Lisý, Ph.D., Brno, CZ

(74) Zástupce:
INPARTNERS GROUP, Ing. Leopold Dadej,
patentový zástupce, Na Valtické 339/6, 691 41
Břeclav 4

(54) Název užitého vzoru:
Spalovací zařízení

CZ 27861 U1

Spalovací zařízení

Oblast techniky

Technické řešení se týká spalovacího zařízení pro spalování tuhých paliv z dřevní biomasy v průmyslovém rozsahu, zejména paliv vlhkých s obsahem vody do 55 %.

5 Dosavadní stav techniky

Pro spalování tuhých paliv a zejména biomasy je využívána celá řada zařízení, zejména roštových či fluidních kotlů. Fluidní kotle se staví pro výkony větší než jednotky MW, a téměř výhradně jako kotle parní. Roštové systémy se dále dělí dle typu roštů na tři základní skupiny, a to pevné rošty s nehybnou vrstvou paliva, rošty stupňové a přesuvné s občasným přemísťováním paliva a rošty pásové a řetězové s trvalým přemísťováním paliva. Nejstarším typem roštů jsou rošty pevné. V současné době se tento typ roštů používá zejména u malých kotlů na lokální vytápění, eventuálně u starších plamencových roštů. Rošty jsou složeny z bezpropadových roštnic se spodním přívodem vzduchu. Palivo je přikládáno na žhavou vrstvu a je zapáleno spodním zápallem. Sušení paliva, vypařování vody, odplyňování i hoření pevného uhlíku probíhá téměř současně. Nad rošt je třeba přivést sekundární vzduch pro dopálení uvolněné prchavé hořlaviny. Uvedené rošty mají velkou ztrátu mechanickým nedopalem ve škváře, úletu i propadu.

Rošty s občasným přemísťováním paliva jsou tvořeny roštnicemi, kterými je možno pohybovat různými mechanismy. Patří sem rošty s výkyvnými roštnicemi, šikmé rošty s přímým posunem paliva, vratisuvné rošty a rošty s válcovými roštnicemi. Občasným, pravidelným či nepravidelným pohybem roštnic dochází k rozrušování spečené vrstvy paliva, promíchávání paliva, posunu paliva a odvodu popele z ohniště.

Rošty s trvalým přemísťováním paliva jsou řetězové a pásové rošty tvořené nekonečným pásem, jehož horní plocha, na které spočívá vrstva paliva, tvoří rošt. Řetězový rošt je tvořen roštnicemi, které jsou články masivního Gallova řetězu. Pásový rošt má roštnice upevněny na příčných tyčích, které jsou unášeny dvěma postranními řetězy. V obou případech je rošt tepelně namáhán pouze v horní části, zatímco ve spodní části je chlazen. Z tohoto důvodu lze použít výhřevnější palivo, aniž by docházelo k opalu roštnic.

Doposud používané kotle lze dále dělit na vodotrubnaté, používané jako kotle větších výkonů a žárotrubnaté. V oblasti horkovodních kotlů do výkonu 500 kW se většinou staví kotle žárotrubnaté, a dané kotle se pak liší typem a konstrukcí roštu, spalovací komory a komory. Jedná se o kompaktní zařízení, kdy je spalovací a výměňková část integrována v jeden celek. Účinnost těchto kotlů se pohybuje okolo 75 % a plní většinou pouze mírnější emisní limity. U většiny těchto spalovacích zařízení dochází k problémům při spalování paliv s vyšším obsahem vody, kdy u těchto malých kompaktních kotlů není prostor pro dokonalé vyhoření paliva.

Známa a doposud používaná jsou spalovací zařízení či spalovací systémy kotlen na tuhá paliva, tvořená zplyňovací komorou s litinovým roštem, žárotrubnatým výměníkem, pohotovostním zásobníkem paliva se šnekovým podavačem paliva, řídicími prvky jako je např. elektrorozvaděč a cyklonem. Spalovací zařízení jsou přitom vyráběna v různých výkonových řadách, zejména ve výkonovém rozmezí od 55 kW do 500 kW.

Pohotovostní zásobník paliva je přitom běžně válcového tvaru a přímo navazuje na vstupní přírubu zplyňovací komory sloužící ke vstupu sypaného paliva na rošt. Ze shora je zásobník překryt víkem. Ve dně zásobníku je umístěn rotující disk, jehož pohyb je odvozen od pohonu šneku, sloužící k rozrušování klenby a plynulému nasypávání paliva do šnekového podavače. Plášť zplyňovací komory je většinou tvořen ocelovou konstrukcí, rovněž válcového tvaru. Vlastní spalovací prostor je běžně obezděn masivní šamotovou vyzdívkou. Palivo se přivádí na šikmý litinový rošt. Zplyňovací komora přitom neobsahuje žádné další vestavby pro zvýšení účinnosti zařízení.

Jednou z klíčových částí těchto spalovacích zařízení je elektrorozvaděč pro napájení a jištění elektromotorů, regulaci a ovládání veškerých výše popsaných prvků spalovacího zařízení, obsahující zejména hlavní vypínač, kontrolní světla, stykače, jističe požadovaných parametrů a tepelné ochrany elektromotorů.

- 5 Spalování je ve standardním provedení zařízení regulováno tak, že se kotel za běžného provozu nachází v jednom ze dvou provozních stavů - běžný výkon - teplota výstupní vody z kotle je pod nastavenou maximální provozní teplotou nebo v rámci její regulační odchylky a tlumený výkon - teplota výstupní vody z kotle přesáhla nastavenou maximální provozní teplotou a regulační odchylku.
- 10 Doposud používaná spalovací zařízení jsou vhodná pro spalování paliv do 35 % vlhkosti, a to zejména paliv ve formě štěrky, pilin, hoblin či pelet.

Podstata technického řešení

Cílem tohoto technického řešení spalovacího zařízení je mimo jiné zvýšení jeho účinnosti a možnost použití tuhých paliv s vyšší vlhkostí oproti dosavadním spalovacím systémům.

- 15 Spalovací zařízení k uskutečnění cíle tohoto technického řešení sestává ze zplyňovací komory, žárotrubnatého výměníku, zásobníku paliva, šnekového podavače paliva, elektrorozvaděče a cyklonu se spalínovým ventilátorem podle tohoto technického řešení, jehož podstata spočívá v tom, že zplyňovací komora ve tvaru osmibokého pravoúhlého tělesa je opatřena vestavbou s turbulátorem, klapkou kontroly přeplnění komory, pevným šikmým litinovým roštem, otočným roštem s odpopelněním, vstupem pro šnekový podavač paliva ze zásobníku paliva, přívodem primárního vzduchu z ventilátoru primárního vzduchu, přívodem sekundárního vzduchu z ventilátoru sekundárního vzduchu a výstupním hrdlem, a je pomocí tohoto výstupního hrdla připojena k výměníku, když tento výměník je opatřen vodní náplní, vstupem a výstupem vody, lambda sondou pro měření obsahu O_2 ve spalínách, multicyklonem a spalínovým ventilátorem, přičemž
- 20 prostor před vstupem pro šnekový podavač paliva ze zásobníku paliva do zplyňovací komory je opatřen zhášecím zařízením elektronickým a zhášecím zařízením termostatickým pro zabránění prohoření paliva do zásobníku paliva, když zásobník paliva je nad šnekovým podavačem opatřen klínovou podlahou, a dále je opatřen hydraulickým pohonem této klínové podlahy pro bezproblémové plnění šnekového podavače paliva, do zplyňovací komory, přičemž ve výhodném provedení je zásobník paliva čtvercového půdorysu.

- Plášť zplyňovací komory je přitom tvořen ocelovou konstrukcí, výhodně s obvodovou dvoustěnou do níž je vháněn ventilátorem spalovací vzduch, který dvoustěnu ochlazuje a současně se přehřívá dřív, než je přiveden do spalovacího prostoru, když vlastní spalovací prostor zplyňovací komory je obezděn masivní šamotovou vyzdívkou a v horní části dvojitou šikmou částí ze šamotových desek uložených pod přesně stanoveným úhlem, tvořící vestavbu pro dopalování plynné hořlaviny, když ve výhodném provedení je v prostoru vestavby dále uložen turbulátor pro lepší smísení plynné hořlaviny se vzduchem. Sklon šamotových desek dvojité šikmé části vestavby je přitom volen tak, že odráží sálavý tepelný tok z paliva do horní části spalovacího prostoru a napomáhá sušení paliva. Zhášecí zařízení tvoří dva nezávislé systémy, z nichž první zhášecí zařízení elektronické je systémem závislým na dodávce zhášecí vody a el. energie a umožňuje reagovat na zvyšující se teplotu ve šnekovém podavači a pomocí regulačních prvků teplotu okamžitě snížit použitím vody dávkované do šnekového podavače, přičemž pro toto dávkování vody je použit elektroventil, druhým je záložní, havarijní zhášecí zařízení termostatické, nezávislé na elektřině a dodávce vody pro havarijní stavy při výpadku el. energie nebo při selhání řídicího systému.

Spalovací zařízení podle tohoto technického řešení dosahuje při jmenovitých výkonech účinnosti 90 %, plní emisní limity třídy 5 dle ČSN EN 303-5 při jmenovitém i 30 % výkonu. Spalovací zařízení podle tohoto technického řešení je vhodné pro spalování paliv do 55 % vlhkosti, a to paliv ve formě štěrky, pilin, hoblin či pelet. Hlavní výhodou dané technologie je její modularita

a faktické oddělení spalovací a dopalovací komory. V případě rekonstrukce starších systémů různých výrobců nebo při změně palivové základny je používána pouze zplyňovací komora, která je předržena před stávající technologií.

5 Zplyňovací komora umožňuje instalaci samotné komory jako předtopeniště ke stávajícím kotlům, zde je možný variabilní výkon v rozsahu 55-500 kW.

Objasnění obrázků na výkrese

Spalovací zařízení podle tohoto technického řešení bude blíže popsáno pomocí Obr. 1, který znázorňuje celkové schéma zařízení.

Příklad uskutečnění technického řešení

10 Spalovací zařízení podle Obr. 1 sestává ze zplyňovací komory 9, žárotrubnatého výměníku 16, zásobníku paliva 3 se šnekovým podavačem 5 paliva, elektrorozvaděče a multicyklonu 18 se spalínovým ventilátorem 19. Spalovací komora (9) je krychlového tvaru a je opatřena vestavbou otočným roštem 14, vstupem pro šnekový podavač 5 paliva ze zásobníku 3 paliva, přívodem primárního vzduchu z ventilátoru 8 primárního vzduchu, přívodem 11 sekundárního vzduchu z ventilátoru 23 sekundárního vzduchu a dopalovacím výstupním hrdlem 15, a je pomocí tohoto
15 dopalovacího výstupního hrdla 15 připojena k výměníku 16. Tento žárotrubnatý výměník 16 je opatřen vodní náplní 20, výstupem 22 vody, lambda sondou 17 pro měření obsahu O₂ ve spalí-
nách uloženou v následném spalínovodu, multicyklonem 18 a spalínovým ventilátorem 19. Pro-
stor před vstupem pro šnekový podavač 5 paliva ze zásobníku 3 paliva do zplyňovací komory 9
20 je opatřen zhášecím zařízením 6 elektronickým a zhášecím zařízením 7 termostatickým pro za-
bránění prohoření paliva do zásobníku 3 paliva, když zásobník 3 paliva je nad šnekovým poda-
vačem 5 opatřen klínovou podlahou 4, a dále je opatřen hydraulickým pohonem této klínové
podlahy 4 pro bezproblémové plnění šnekového podavače 5 paliva do zplyňovací komory 9.
Zásobník paliva 3 je čtvercového půdorysu.

25 Plášť zplyňovací komory 9 je tvořen ocelovou konstrukcí s obvodovou dvoustěnou 24 do níž je
vháněn ventilátorem spalovací vzduch, který dvoustěnu ochlazuje a současně se předehřívá dřív,
než je přiveden do spalovacího prostoru. Vlastní spalovací prostor zplyňovací komory 9 je obe-
zděn masivní šamotovou vyzdívkou 21 a dvojitou šikmou částí ze šamotových desek uložených
pod přesně stanoveným úhlem, tvořící vestavbu 12 pro dopalování plynné hořlaviny. V prostoru
30 vestavby 12 je uložen turbulátor pro lepší smísení plynné hořlaviny se vzduchem. Sklon šamo-
tových desek dvojité šikmé části šamotové vyzdívky 21 přitom odráží sálavý tepelný tok z paliva
do horní části spalovacího prostoru a napomáhá sušení paliva. Zhášecí zařízení přitom tvoří dva
nezávislé systémy, z nichž první zhášecí zařízení 6 elektronické je systémem závislým na dodáv-
ce zhášecí vody a el. energie a umožňuje reagovat na zvyšující se teplotu ve šnekovém podavači
35 5 a pomocí regulačních prvků teplotu okamžitě snížit použitím vody dávkované do šnekového
podavače 5, přičemž pro toto dávkování vody je použit elektroventil, druhým je záložní, havarij-
ní zhášecí zařízení 7 termostatické, nezávislé na elektřině a dodávce vody pro havarijní stavy při
výpadku el. energie nebo při selhání řídicího systému. Přívod sekundárního vzduchu 11 je přivá-
děn přímo do zplyňovací komory 9 pomocí ventilátoru 23 sekundárního vzduchu. Palivo je při-
váděno na šikmý pevný litinový rošt 13 a ve spodní části zplyňovací komory 9 je umístěn vodo-
40 rovný litinový rošt 14 s mechanickým pohonem a odpopelněním. V prostoru zplyňovací komory
9 je při vstupu paliva uložena otočná klapka kontroly přeplnění vyrobená ze žáropevného materi-
álu, která je nadzvednuta palivem, pokud je zplyňovací komora 9 přeplněna. K sepnutí koncové-
ho vypínače, který vypne podávání paliva do zplyňovací komory 9, dojde nadzvednutím této
45 otočné klapky 10 kontroly přeplnění. Po odhoření paliva otočná klapka 10 kontroly přeplnění
poklesne, dojde k rozepnutí koncového vypínače a zapne se opět automatické podávání paliva,
přičemž měnitelná rychlost automatického podávání paliva je zabezpečena převodovkou 1 šne-
kového podavače 5 a pohyb klínové podlahy 4 zajišťuje hydraulický okruh řízení čerpadlem 2
hydrauliky klínové podlahy 4. Strop komory tvoří vyklápěcí víko 25, které umožňuje přístup do

- spalovacího prostoru k otočné klapce 10 kontroly přepnutí a roštům 13 a 14. Součástí zplyňovací komory 9 jsou vysokotlaké radiální ventilátory 8 a 23, pro vhánění spalovacího vzduchu do obvodové mezistěny 24 zplyňovací komory 9, kde dochází k jeho předehřátí, a do spalovacího prostoru. Zplyňovací komora 9 je dále osazena měřením teplot a podtlaku. Po průchodu výstupním, dopalovacím, hrdlem 15 vstupují spaliny do žárotrubnatého výměníku 16. V nouzovém režimu je možno ve výměníku 16 spalovat kusové dřevo. Na konci spalinové cesty je umístěn multicyklon 18 se spalinovým ventilátorem 19 pro odlučování tuhých částic, jež je řízen frekvenčním měničem. Ve spalínovodu je umístěna lambda sonda 17, která měří obsah kyslíku ve spalínách a tím zlepšuje regulaci kotle.
- 10 Systém řízení spalovacího procesu je realizován pomocí inteligentních relé, jež lze modulárně sestavovat, takže řídicí program může být upraven podle dané instalace. Jak systém dávkování paliva, tak vzduchové ventilátory 8 a 23 a spalinový ventilátor 19 jsou regulovány plynule pomocí frekvenčních měničů. Spalovací proces je řízen na základě snímání teplot ve zplyňovací komoře 9, podtlaku v ní, indikace stavu zaplnění zplyňovací komory 9 a obsahu kyslíku ve spalínách pomocí zadaného algoritmu. Regulovanou veličinou je teplota výstupní vody 22 ze spalovacího zařízení.
- 15 Spalovací zařízení lze dále osadit modulem GSM, který ohlásí poruchu či havarijní stav odesláním SMS. Posílené bezpečnostní prvky zabezpečují kontrolu zahoření paliva, přepnutí zplyňovací komory 9, její vyhasnutí či přetopení a ztrátu podtlaku.
- 20 Spalovací zařízení podle tohoto technického řešení je vhodné pro spalování paliv do 55 % vlhkosti, a to paliv ve formě štěpky, pilin, hoblin či pelet. Díky její modularitě a faktickému oddělení spalovací a dopalovací části je použitelná jak pro nové instalace, tak i při rekonstrukcích starších systémů různých výrobců nebo při změně palivové základny.

N Á R O K Y N A O C H R A N U

- 25 1. Spalovací zařízení sestávající ze zplyňovací komory (9), žárotrubnatého výměníku (16), zásobníku paliva (3) se šnekovým podavačem (5) paliva, elektrorozvaděče a multicyklonu (18) se spalinovým ventilátorem (19), **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že zplyňovací komora (9) ve tvaru osmibokého pravoúhlého tělesa je opatřena vestavbou (12) s turbulátorem, klapkou (10) kontroly přepnutí zplyňovací komory (9), pevným šikmým litinovým roštem (13), otočným roštem (14), vstupem pro šnekový podavač (5) paliva ze zásobníku (3) paliva, přívodem primárního vzduchu z ventilátoru (8) primárního vzduchu, přívodem (11) sekundárního vzduchu z ventilátoru (23) sekundárního vzduchu a dopalovacím výstupním hrdlem (15), a je pomocí tohoto výstupního hrdla (15) připojena k výměníku (16), když tento výměník (16) je opatřen vodní náplní (20), výstupem (22) vody, lambda sondou (17) pro měření obsahu O_2 ve spalínách, multicyklonem (18) a spalinovým ventilátorem (19), přičemž prostor před vstupem pro šnekový podavač paliva ze zásobníku (3) paliva do zplyňovací komory (9) je opatřen zhášecím zařízením (6) elektronickým a/nebo zhášecím zařízením (7) termostatickým pro zabránění prohoření paliva do zásobníku (3) paliva, když zásobník (3) paliva je nad šnekovým podavačem (5) opatřen klínovou podlahou (4), a dále je opatřen hydraulickým pohonem této klínové podlahy (4) pro bezproblémové plnění
- 30 40 šnekového podavače (5) paliva do zplyňovací komory (9).
2. Spalovací zařízení podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že plášť zplyňovací komory (9) je tvořen ocelovou konstrukcí s obvodovou dvoustěnou (24), do níž je ventilátorem (8) primárního vzduchu vháněn vzduch k ochlazení pláště zplyňovací komory (9) a současně k předehřátí vzduchu před vstupem do spalovacího prostoru zplyňovací komory (9), když vlastní
- 45 spalovací prostor zplyňovací komory (9) je obezděn masivní šamotovou vyzdívkou (21) a uvnitř vybaven vestavbou (12) pro dopalování plynné hořlaviny, tvořenou dvojitou šikmou částí ze

šamotových desek uložených pod přesně stanoveným úhlem tak, že šamotové desky dvojité šikmé části vestavby (12) odrážejí sálavý tepelný tok z paliva do horní části spalovacího prostoru zplyňovací komory (9), pro zvýšení sušení paliva, přičemž v prostoru vestavby (12) je dále uložen turbulátor pro lepší smísení plynné hořlaviny se vzduchem.

3. Spalovací zařízení podle nároků 1 a 2, **vyznačující se tím**, že strop zplyňovací komory (9) tvoří vyklápěcí víko (25), umožňující přístup do spalovacího prostoru, k otočné klapce (10) kontroly přeplnění a roštům (13 a 14), přičemž zplyňovací komora (9) je dále osazena měřením teplot a podtlaku.

4. Spalovací zařízení podle nároku 1 až 3, **vyznačující se tím**, že zhašecí zařízení tvoří dva nezávislé systémy, z nichž první zhašecí zařízení (6) elektronické je systémem závislým na dodávce zhašecí vody a el. energie a umožňujícím reagovat na zvyšující se teplotu ve šnekovém podavači (5) a pomocí regulačních prvků teplotu okamžitě snížit použitím vody dávkované do šnekového podavače (5), přičemž pro toto dávkování vody je použit elektroventil, a druhým je záložní, havarijní zhašecí zařízení (7) termostatické, nezávislé na elektrině a dodávce vody pro havarijní stavy při výpadku el. energie nebo při selhání řídicího systému.

5. Spalovací zařízení podle nároků 1 až 4, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že výměník (16) je tvořen žárotrubnatým výměníkem s vodní náplní, když na konci spalinové cesty je umístěn multicyklon (18) pro odlučování tuhých částic se spalinovým ventilátorem (19), řízeným frekvenčními měniči, přičemž ve spalinovodu je dále umístěna lambda sonda (17), pro měření obsahu kyslíku ve spalínách ke zlepšení regulace a horní víko výměníku (16) je opatřeno výstupem (22) vody.

6. Spalovací zařízení podle nároků 1 až 5, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že zásobník paliva (3) je čtvercového půdorysu a měnitelná rychlost automatického podávání paliva ze zásobníku (3) paliva je zabezpečena převodovkou (1) šnekového podavače (5), když pohyb klínové podlahy (4) zásobníku (3) paliva zajišťuje hydraulický okruh řízený čerpadlem (2) hydrauliky klínové podlahy (4).

7. Spalovací zařízení podle nároků 1 až 6, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že zplyňovací komora (9) s dopalovacím výstupním hrdlem (15) a výměníková část (16) jsou od sebe odděleny a lze je instalovat či měnit samostatně.

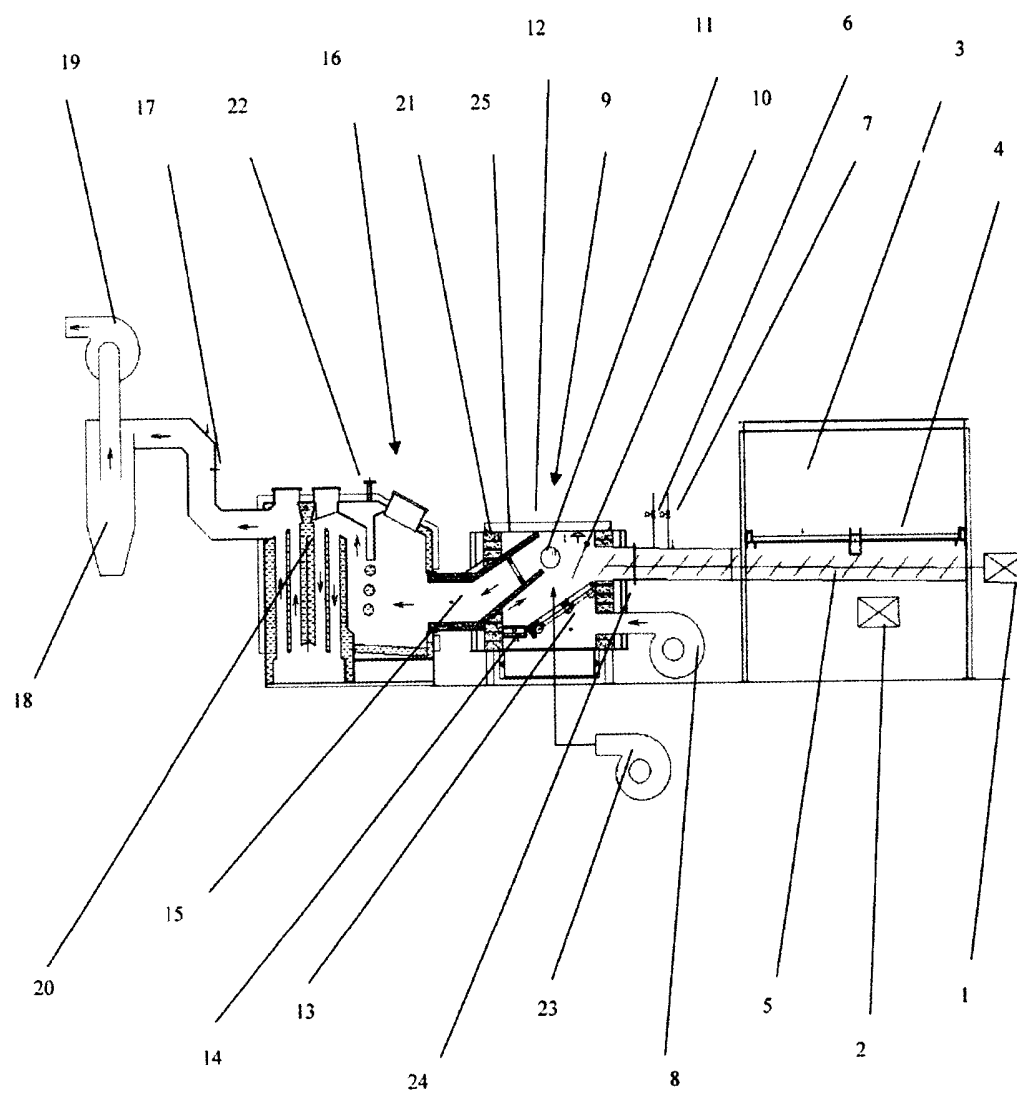
30 **8.** Spalovací zařízení podle nároků 1 až 7, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že klapka (10) kontroly přeplnění, nainstalovaná ve zplyňovací komoře (9) je pomocnou veličinou regulačního systému indikujícího množství paliva a plnění bezpečnostní funkci kontroly přeplnění zplyňovací komory (9) palivem.

35 1 výkres

Přehled vztahových značek:

- | | |
|----|--|
| | 1. Převodovka šnekového podavače |
| | 2. Čerpadlo hydrauliky klínové podlahy |
| | 3. Zásobník paliva |
| 40 | 4. Klínová podlaha zásobníku |
| | 5. Šnekový podavač |
| | 6. Zhášecí zařízení elektronické |
| | 7. Zhášecí zařízení termostatické |
| | 8. Ventilátor primárního vzduchu |
| 45 | 9. Zplyňovací komora |

- | | |
|----|--|
| | 10. Klapka kontroly přeplnění komory |
| | 11. Přívod sekundárního vzduchu |
| | 12. Vestavba s turbulátorem |
| | 13. Pevný šikmý litinový rošt |
| 5 | 14. Otočný rošt odpopelnění |
| | 15. Dopalovací výstupní hrdlo ze zplyňovací komory |
| | 16. Výměník |
| | 17. Lambda sonda měření obsahu O ₂ ve spalínách |
| | 18. Multicyklon |
| 10 | 19. Spalinový ventilátor |
| | 20. Vodní náplň výměníku |
| | 21. Šamotová vyzdívka komory |
| | 22. Výstupní voda z výměníku |
| | 23. Ventilátor sekundárního vzduchu |
| 15 | 24. Dvoustěna pro ohřev spalovacího vzduchu |
| | 25. Stropní víko |



Obr. 1

Konec dokumentu